

## **ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ОРИЕНТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ РОСТА ПЛЕНОК ТВЕРДОГО РАСТВОРА Pd-Pb**

Синецкая Д.А., Леденева Ю.С., Донцов А.И.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

\*E-mail: [da\\_sine@mail.ru](mailto:da_sine@mail.ru)

## **STUDYING OF STRUCTURAL AND ORIENTATIONAL CHANGES IN THE PROCESS OF GROWTH OF Pd-Pb SOLID FILM FILMS**

Sinetskaya D.A., Ledeneva, Yu.S., Dontsov A.I.

Voronezh State University, Voronezh, Russia

Changes in the structure, orientation, and morphology in the process of growth of thin Pd-5Pb (At.%) Solid solution films obtained by the magnetron sputtering method are established.

Одной из перспективных с точки зрения водородной проницаемости и снижения расхода Pd, является система Pd-Pb в области образования твердого раствора. Одним из подходов к повышению производительности является уменьшение толщины мембранной фольги (или селективного слоя на соответствующей подложке в случае композитной мембраны). В данной работе исследовались пленки сплава Pd-5Pb (At.%), изготовленные путем магнетронного распыления и конденсации в вакууме мишени соответствующего состава. Целью являлось установление изменений структуры, ориентации и морфологии в процессе роста тонких плёнок твёрдого раствора Pd-5Pb (At.%).

Пленки толщиной от 5 нм до 70 нм, наносили на оксидированные пластины кремния в процессе магнетронного распыления мишени состава Pd-5Pb (At.%) в среде Ar на установке Covap II Angstrom Engineering Inc. Скорость роста составляла  $4 \text{ нм} \cdot \text{с}^{-1}$ , мощность (N) магнетрона 630-650Вт. Структуру тонких пленок исследовали методом просвечивающей электронной микроскопией (ПЭМ Libra-120 Carl Zeiss). Для электронно-микроскопического исследования пленки отделяли от подложек в концентрированном растворе плавиковой кислоты.

Установлено, что рост пленок происходит по механизму Фольмера и Вебера: дискретное зарождение и рост островков, их коалесценция; при средней толщине около 10 нм достигается стадия лабиринтной морфологии. Из контраста в пределах островков и темнопольного анализа следует, что они в основном нанокристаллические, и состоят из зерен и субзерен размером до 20 нм. В процессе роста пленок формируется одноосная текстура  $\langle 111 \rangle$  характерная для металлов с ГЦК решеткой, что обеспечивает лимитацию поверхностной энергии пленки. Эффект второго компонента для островковой стадии твердого раствора Pd-Pb заключается в подавлении множественного двойникования, характерного для пленок Pd в процессе термического испарения и конденсации в вакууме.

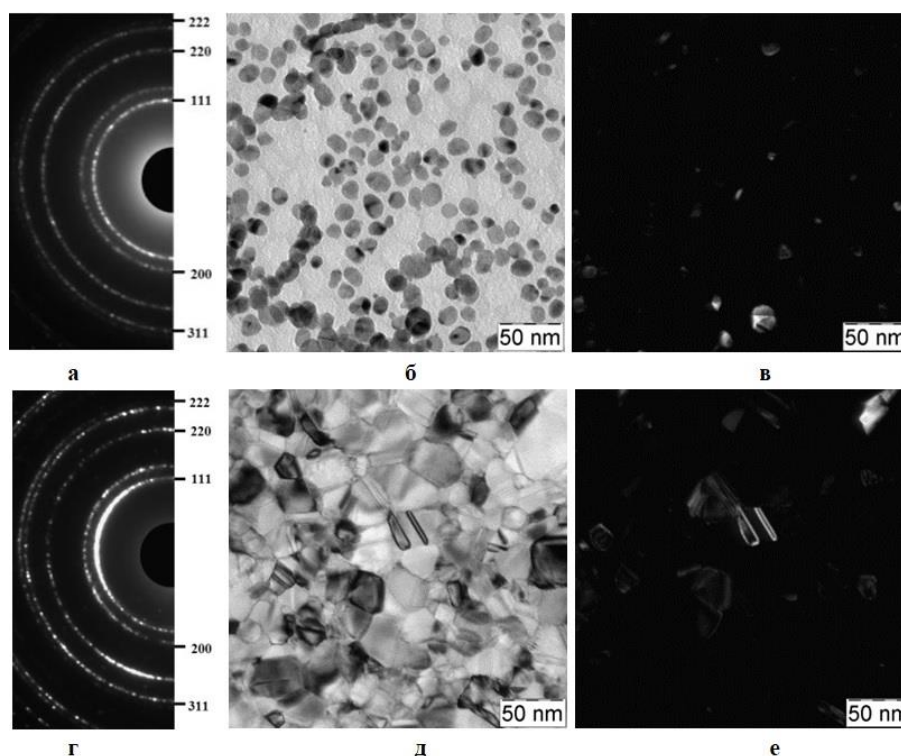


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения (б,д), темнопольные изображения (в,е) и фрагменты электроннограмм (а,г) плёнок Pd-5Pb (Ат.%) толщиной 5 и 35 нм соответственно.

При толщине пленки более 30 нм формируются сплошные беспористые структуры со средним размером зерен и субзерен от 35 до 50 нм. Таким образом, рост пленки сопровождается собирательной рекристаллизацией, но при этом существенных ориентационных изменений не происходит: формируется одноосная текстура  $\langle 111 \rangle$ .

Выводы: 1) При толщине пленок 5-10 нм системы Pd-5Pb (Ат.%) рост происходит по Фольмеру и Веберу. При средней толщине около 10 нм достигается стадия лабиринтной морфологии. Для данной стадии характерна одноосная текстура  $\langle 111 \rangle$ . 2) Плёнка толщиной до 20 нм в основном состоит из отдельных зерен и субзерен. При дальнейшем росте пленка приобретает нанокристаллическую структуру. 3) Сплошная беспористая структура пленки формируется при толщине более 30 нм. Рост пленки сопровождается собирательной рекристаллизацией, но при этом существенных ориентационных изменений не происходит.

*Результаты исследований получены на оборудовании ЦКПНО ВГУ.*